

European Patent 0 588 179 A1

Circuit Arrangement for Operating a Broad-band Phase-controlled Group Antenna

The invention relates to a circuit arrangement for operating a broad-band phase-controlled group antenna, where the pertaining individual antennas are controlled by means of mixer arrangements that allow a highly accurate, reliable and cost-effective phase shift.

BEST AVAILABLE COPY



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 588 179 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 93114114.7

51 Int. Cl.⁵: **H01Q 3/42**, **H01Q 21/00**,
H01Q 3/36

22 Anmeldetag: 03.09.93

30 Priorität: 10.09.92 DE 4230252

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.03.94 Patentblatt 94/12

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

71 Anmelder: Deutsche Aerospace AG

D-81663 München(DE)

72 Erfinder: Ludwig, Michael, Dipl.-Ing.

Kauteräckerweg 3

D-89077 Ulm(DE)

Erfinder: Schweizer, Bernhard, Dipl.-Ing.

Sonnenstrasse 76

D-89077 Ulm(DE)

Erfinder: Reber, Rolf, Dipl.-Ing.

Hanengasse 4

D-89073 Ulm(DE)

Erfinder: Feldle, Heinz-Peter, Dr.

Weihermahl 14

D-89250 Senden(DE)

74 Vertreter: Fröhling, Werner Otto, Dr.

Deutsche Aerospace AG

Patentabteilung

Sedanstrasse 10

D-89077 Ulm (DE)

54 Schaltungsanordnung zum Betreiben einer breitbandigen phasengesteuerten Gruppenantenne.

57 Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer breitbandigen phasengesteuerten Gruppenantenne. Dabei werden die zugehörigen Einzelantennen durch Mischieranordnungen angesteuert, die eine hochgenaue, zuverlässige und kostengünstige Phasenumstellung ermöglichen.

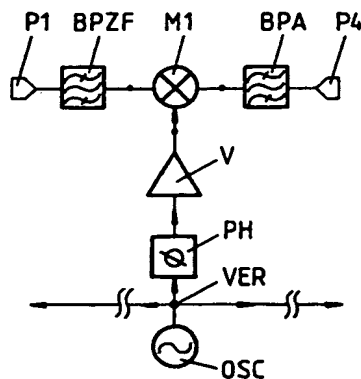


FIG. 2

EP 0 588 179 A1

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer breitbandigen phasengesteuerten Gruppenantenne nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine phasengesteuerte Gruppenantenne besteht aus mehreren, im allgemeinen matrixförmig angeordneten Einzelantennen, die als Sende- und/oder Empfangsantennen ausgebildet sind. Wird nun beispielsweise an diese Einzelantennen ein gemeinsames Sendesignal gelegt, so ist die Richtung des von der Gruppenantenne ausgesandten Sendesignales (Sendekeule) von den zwischen den Einzelantennen eingestellten elektrischen Phasendifferenzen abhängig. Entsprechendes gilt für die sogenannte Empfangskeule der Gruppenantenne beim Empfang elektromagnetischer Signale.

In einigen Anwendungsfällen, z.B. in der Richtfunk- und/oder Radartechnik, ist es erforderlich, die Sende- und/oder Empfangskeule schwenkbar zu gestalten. Die dafür erforderliche Veränderung der Phasendifferenzen wird mit einstellbaren Phasenstellgliedern vorgenommen. Weiterhin ist es oftmals erforderlich, die Gruppenantenne möglichst breitbandig zu gestalten, so daß in einem möglichst breitem Sende- und/oder Empfangsband gesendet und/oder empfangen werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Schaltungsanordnung anzugeben, die es ermöglicht, mit einem kostengünstig herstellbarem und genau einstellbarem Phasenstellglied die Herstellung einer möglichst breitbandigen Gruppenantenne mit einer hochgenau schwenkbaren Sende- und/oder Empfangskeule zu verwirklichen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale. Vorteilhafte Ausgestaltungen und/oder Weiterbildungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Ein erster Vorteil der Erfindung besteht darin, daß ein Phasenstellglied verwendet wird, das im wesentlichen auf eine Frequenz abgestimmt ist. Ein solches Phasenstellglied ist kostengünstig und zuverlässig herstellbar insbesondere in einer industriellen Massenfertigung und besitzt in reproduzierbarer Weise eine hohe Phasen- und Amplitudengenauigkeit.

Ein zweiter Vorteil besteht darin, daß beim Verstellen des Phasenstellgliedes möglicherweise entstehende Amplitudenänderungen allenfalls vernachlässigbare Veränderungen der Sende- und/oder Empfangskeule bewirken.

Ein dritter Vorteil besteht darin, daß die Sende- und/oder Empfangskeule (Richtcharakteristik) der Gruppenantenne hochgenau und mit einem hohem Haupt- zu Nebenzipfelverhältnis eingestellt werden kann und daß diese Einstellung im wesentlichen im ganzen Schwenkbereich der Sende- und/oder

Empfangskeule erhalten bleibt.

Ein vierter Vorteil besteht darin, daß mit einer einzigen Gruppenantenne mehrere Sende- und/oder Empfangskeulen unabhängig voneinander schwenkbar sind.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf schematisch dargestellte Figuren näher erläutert. Es zeigen:

FIG. 1 eine vorgeschlagene Schaltungsanordnung mit einem breitbandig arbeitenden Phasenstellglied;

FIG. 2-5 Ausführungsbeispiele zur Erläuterung der Erfindung.

FIG. 1 zeigt eine vorgeschlagene Schaltungsanordnung, die mit einem breitbandig arbeitenden Phasenstellglied arbeitet, die in monolithischer Technologie herstellbar ist und die insbesondere zum Betreiben einer aktiven (Sende- und/oder Empfangs-) Einzelantenne geeignet ist. Eine solche aktive Einzelantenne besteht aus einer passiven Sende- und/oder Empfangseinzelantenne, die auf das zu sendende und/oder zu empfangende Frequenzband, z.B. den Frequenzbereich von 11 GHz bis 13 GHz, abgestimmt ist. An diese ist in unmittelbarer räumlicher Nähe ein Sende- und/oder Empfangsverstärker angekoppelt. Eine solche beispielhaft angegebene aktive Einzelantenne kann an den im folgenden mit P4 bezeichneten Ein-/Ausgangsport angeschlossen werden.

Zur Erläuterung der vorgeschlagenen Schaltungsanordnung gemäß FIG. 1 wird angenommen, daß an dem weiteren Ein-/Ausgangsport P1 ein zu sendendes Signal in einem ersten Zwischenfrequenzbereich, der z.B. eine Mittenfrequenz von 3 GHz und eine Bandbreite von 2 GHz besitzt, anliegt. Dieses Zwischenfrequenzsignal gelangt über ein daran angepaßtes Bandpaßfilter BPZF auf einen Eingang eines ersten Mischers M1, der z.B. als bidirektionaler Mischer, z.B. als Diodenmischer, ausgebildet ist. An einem weiteren Eingang des ersten Mischers M1 liegt ein von einem Oszillator OSC erzeugtes Oszillatorsignal an, das z.B. eine Frequenz von 9 GHz besitzt. In dem ersten Mischer M1 erfolgt eine sogenannte Aufwärtsmischung, so daß ein Signal in dem bereits erwähnten ersten Zwischenfrequenzbereich entsteht. Dieses Signal gelangt über ein daran angepaßtes weiteres Bandpaßfilter BPA und ein Phasenstellglied PH an den bereits erwähnten Ein-/Ausgangsport P4 und kann an eine aktive Einzelantenne angeschlossen werden.

Das Oszillatorsignal wird über eine Verzweigung VER weiteren Sende-/Empfangsmodulen zur Verfügung gestellt, damit die Phasenkohärenz gewährleistet ist. Dieses ist in FIG. 1 durch die von der Verzweigung VER ausgehenden Verbindungslinien dargestellt.

Die Schaltungsanordnung ist auch in umgekehrter Richtung nutzbar, daß heißt, aus einem an dem Ein-/Ausgangsport P4 anliegendes Empfangssignal wird durch eine sogenannte Abwärtsmischung in dem ersten Mischer M1 in den ersten Zwischenfrequenzbereich umgesetzt und liegt dann zur Weiterverarbeitung an dem Ein-/Ausgangsport P1 an.

Diese Schaltungsanordnung hat den Nachteil, daß das Phasenstellglied PH sehr breitbandig sein muß, das heißt zumindest den ganzen Frequenzbereich der Sende- bzw. Empfangsfrequenz umfassen muß. Außerdem sollte bei der Verstellung des Phasenstellgliedes PH eine hohe Amplituden- und Phasengenauigkeit erreicht werden. Diese Forderungen sind gleichzeitig allenfalls mit einem hohen Kostenaufwand zu erfüllen und erfordern einen hohen Schaltungs- und Raumbedarf für das Phasenstellglied PH. Weiterhin ist ein hoher Aufwand für die Kalibrierung, d.h. die Kompensation möglicher Phasen- und Amplitudenfehler in den Einzelmodulen nötig.

Diese Nachteile sind vermeidbar durch eine Schaltungsanordnung entsprechend FIG. 2. Diese unterscheidet sich von derjenigen entsprechend FIG. 1 dadurch, daß das Phasenstellglied PH im Oszillatorpfad angeordnet ist. Ein dem Phasenstellglied PH nachgeschalteter Verstärker V dient lediglich zur Impedanzanpassung und/oder zur Entkopplung der Signale sowie zur Erzeugung der notwendigen Leistung zur Ansteuerung des Mixers M1. Diese scheinbar geringfügige Änderung hat jedoch erhebliche Vorteile. Denn das Phasenstellglied braucht vorteilhafterweise nur noch auf eine Frequenz, nämlich die Oszillatorfrequenz abgestimmt werden. Ein solches Phasenstellglied PH kann z.B. als schaltbare Filterstruktur gemäß FIG. 5 ausgebildet sein. Ein derartiges Phasenstellglied hat notwendiger Weise mindestens einen Phasenhub von 360°. Weiterhin wirken sich bei einer Phasenverstellung möglicherweise entstehende Amplitudenänderungen der Amplitude des Oszillatorsignals allenfalls vernachlässigbar aus, da während der Mischung in dem ersten Mischer M1 notwendigerweise eine Amplitudenbegrenzung vorhanden ist.

FIG. 3 zeigt eine Schaltungsanordnung, bei der im Oszillatorpfad kein Phasenstellglied PH entsprechend den Figuren 2 und 5 benötigt wird. Das dem ersten Mischer M1 zugeführte Oszillatorsignal wird ebenfalls durch eine Mischung erzeugt. Dazu wird in dem Oszillator OSC ein Signal z.B. mit einer Frequenz von 6 GHz erzeugt. Dieses wird einem ersten Eingang eines zweiten Mixers M2, der z.B. ebenfalls ein Diodenmischer ist, zugeführt. Weiterhin wird das Signal des Oszillators OSC auch allen anderen aktiven Sende/Empfangsmodulen zur Verfügung gestellt, damit die Phasenkohärenz gewährleistet ist. Der Syntheti-

sierer DDS erzeugt ein Signal, z.B. bei einer fest Frequenz von 3 GHz, das an die Frequenz und die Phase eines von einem Referenz-Oszillator REF ausgesandten Signals gekoppelt ist. Dieses Signal ist allen S/E-Modulen gemeinsam (Kohärenz). Das von dem Synthetisierer DDS erzeugte Ausgangssignal wird an einen zweiten Eingang des zweiten Mixers M2 gelegt. An dessen Ausgang entsteht dann das eigentliche Oszillatorsignal, das z.B. eine Frequenz von 9 GHz besitzt. Aufgrund dieser Mischung ist daher dieses eigentliche Oszillatorsignal in weiten Grenzen sowohl in der Frequenz, z.B. von 8 GHz bis 10 GHz, als auch in der Phasenlage, hochgenau veränderbar. Dieses eigentliche Oszillatorsignal wird dann über ein Bandpaßfilter BPOS sowie einen (Treiber-)Verstärker V dem ersten Mischer M1 zugeführt.

Die Schaltungsanordnung gemäß FIG. 3 ermöglicht in vorteilhafter Weise eine genau wiederholbare und schnelle Einstellung der Frequenz und der Phasenlage des eigentlichen Oszillatorsignals, z.B. mit Hilfe einer nicht dargestellten Datenverarbeitungsanlage (Mikroprozessor), durch welche z.B. der Synthetisierer DDS und der Oszillator OSC verstellt wird. Mit einer solchen Schaltungsanordnung ist z.B. ein schneller Wechsel der Frequenz des eigentlichen Oszillatorsignals möglich, so z.B. ein sogenannter Multibeambetrieb im Zeitmultiplexbetrieb möglich ist.

FIG. 4 zeigt eine beispielhafte Schaltungsanordnung zum Ansteuern einer einzigen (aktiven) Einzelantenne EA mit beispielsweise drei verschiedenen Zwischenfrequenzsignalen ZF1 bis ZF3, die sich durch ihre Mittenfrequenz unterscheiden und die an den Eingängen P1 bis P3 anliegen. Diese Zwischenfrequenzsignale gelangen über zugehörige Bandpaßfilter BPZF 1 bis BPZF 3 an erste Eingänge der ersten Mischer M11 bis M13. An deren zweiten Eingängen (Oszillatoreingängen) liegen nun Oszillatorsignale OS 1 bis OS 3 an, die von dem Ausgangssignal eines einzigen Oszillators OSC abgeleitet sind. Die Oszillatorsignale OS 1 bis OS 3 besitzen daher alle dieselbe Frequenz, jedoch unterschiedliche Phasenlagen, die durch die Phasenstellglieder PH 1 bis PH 3 einstellbar sind. Die Verstärker V 1 bis V 3 dienen, entsprechend FIG. 2, zur Entkopplung und Verstärkung der Signale. Die Ausgangssignale der ersten Mischer M 11 bis M 13 gelangen über zugehörige Bandpässe BPA 1 bis BPA 3 auf ein Koppelglied KO, z.B. eine aus mehreren Kopplern bestehende Verzweigungsanordnung. An dessen Ausgang P4 ist die Einzelantenne EA angeschlossen.

Die beschriebene Schaltungsanordnung besteht also aus einer Kopplung mehrerer, hier drei, Schaltungsanordnungen gemäß FIG. 2 an eine Einzelantenne EA. Werden nun mehrere derart angesteuerte Einzelantennen zu einer eingangs erwähn-

ten Gruppenantenne zusammengefaßt, so kann diese vorteilhafterweise gleichzeitig mit drei verschiedenen Sende- und/oder Empfangskeulen betrieben werden. Diese sind vorteilhafterweise völlig unabhängig voneinander und können daher z.B. in drei verschiedenen Richtungen gleichzeitig senden und/oder empfangen. In diesem Fall ist lediglich eine einmalige Einstellung der Phasenstellglieder erforderlich. Eine solche Gruppenantenne ist z.B. als Richtfunkantenne verwendbar, mit der gleichzeitig in drei verschiedene fest eingestellte Richtungen unabhängig voneinander gesendet und/oder empfangen werden kann, sofern die ersten Mischer M 11 bis M 13 als bidirektionale Mischer ausgebildet sind.

Werden diese dagegen zeitabhängig verändert, so ist z.B. ein voneinander unabhängiges Schwenken der beispielhaft erwähnten drei Sende- und/oder Empfangskeulen möglich. Mit einer solchen Gruppenantenne, die als Radarantenne ausgebildet ist, kann z.B. ein vorgebbare Raumgebiet mit voneinander unabhängigen Antennenkeulen (Richtdiagrammen) in verschiedenen Frequenzbereichen überwacht werden.

Es ist ersichtlich, daß das Beispiel gemäß FIG. 4 wahlweise auch auf eine andere Anzahl von unabhängigen Mischanordnungen abwandbar ist.

In dem Beispiel entsprechend FIG. 4 werden Mischanordnungen entsprechend FIG. 2 verwendet. Alternativ dazu ist eine Verwendung von Mischanordnungen entsprechend FIG. 3 möglich. In diesem Fall werden insbesondere für eine Radaranlage, bedingt durch die Verwendung von digitalen Synthetisierern DDS, sehr hohe Phasenauflösungen, z.B. $<1^\circ$, möglich sowie ein hochgenaues sogenanntes Nulling des Antennendiagramm. Das bedeutet, daß allenfalls vernachlässigbare Nebenzipfel vorhanden sind, so daß eine hervorragende Störsignalunterdrückung erreicht wird. Eine derart ausgerüstete Radaranlage ist daher vorteilhaft in sehr vielseitiger Weise einsetzbar.

Durch die dezentrale Anordnung, daß heißt jeweils ein digitaler Synthetisierer pro Einzelantenne, kann die weitere Signalverarbeitung, insbesondere diejenige des empfangenen Signals, vorteilhafterweise wesentlich vereinfacht werden. Beispielsweise kann der vorhandene ansonsten sehr aufwendige Signalprozessor durch eine kostengünstigere Ausführung ersetzt werden.

Die beschriebenen Ausführungsbeispiele ermöglichen insbesondere bei mit hohen Frequenzen, z.B. 12 GHz, arbeitenden Radaranlagen in unmittelbarer räumlicher Nähe einer (Einzel-)Antenne eine vorteilhafte Frequenzumsetzung in eine niedrigere ZF-Frequenzlage, z.B. 3 GHz. Dadurch wird die weitere Signalverarbeitung, z.B. Aufbereitung von Sende- und/oder Empfangssignalen, stark vereinfacht, denn störende Auswirkungen von mög-

licherweise vorhandenen Phasenfehlern treten allenfalls in vernachlässigbarer Form auf. In der niedrigen ZF-Frequenzlage ist vorteilhafterweise eine kostengünstigere Herstellung der erwähnten Signalverarbeitungsanlage möglich, da die benötigten Bauelemente sowie Baugruppen kostengünstiger sind.

Derartige Schaltungsanordnungen sind vorteilhafterweise monolithisch auf einem Chip integrierbar, so daß räumlich kompakte und mechanisch robuste Baueinheiten herstellbar sind, die zuverlässig und reproduzierbar arbeiten.

FIG. 5 zeigt Ausführungsbeispiele für ein Phasenstellglied PH (FIG. 2, FIG. 4), das für eine Frequenz von 5 GHz bis 6 GHz und einen Phasenhub von 360° geeignet ist und das außerdem monolithisch integriert werden kann. Die Ausführungsbeispiele zeigen geschaltete Filterstrukturen (linker Teil der FIG. 5), die Feldeffekttransistoren enthalten und damit sowohl als Hochpaß HP als auch als Tiefpaß LP verwendbar sind. Die Umschaltung erfolgt durch Schaltspannungen U_1 , U_2 . Im rechten Teil der FIG. 5 sind die zugehörigen Funktionsprinzipien dargestellt.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern sinngemäß auf weitere anwendbar.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betreiben einer breitbandigen phasengesteuerten Gruppenantenne, die aus mehreren breitbandigen Einzelantennen besteht, wobei an jede Einzelantenne ein zugehöriges Antennensignal anlegbar ist und wobei sich bei benachbarten Einzelantennen diejenigen Antennensignale, die zu einer Frequenz gehören, durch eine Phasendifferenz unterscheiden, dadurch gekennzeichnet,

- daß jeder Einzelantenne eine Mischeranordnung, zumindest bestehend aus einem Mischer (M1), der mit jeweils einem Ende eines Zwischenfrequenzpfades (P1, BPZF, M1), eines Oszillatorpfades (OSC, PH, V, M1) sowie eines Antennenpfades (M1, BPA, P4) verbunden ist, zugeordnet ist,
- daß in der Mischeranordnung eine Amplitudenbegrenzer-Schaltung vorhanden ist und
- daß im Oszillatorpfad (OSC, PH, V, M1) ein entsprechend der Phasendifferenz einstellbares Phasenstellglied (PH) vorhanden ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Phasenstellglied (PH) mindestens eine geschaltete Filter-

struktur enthält.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Phasenstellglied (PH) vorhanden ist, zumindest bestehend aus
 - einem zweiten Mischer (M2), dessen erster Eingang mit dem Oszillator (OSC) des Oszillatorpfades verbunden ist und dessen Ausgang an den Oszillatoreingang des ersten Mixers (M1) ankopplbar ist, und 5
 - einem Hilfsoszillator (DDS), der an den zweiten Eingang des zweiten Mixers (M2) angeschlossen ist und dessen Frequenz- und Phasenlage einstellbar und mit denjenigen als Oszillators (OSC) gekoppelt sind. 10
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfsoszillator (DDS) als digitaler Synthesizer ausgebildet ist. 15
5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - daß mehrere Zwischenfrequenzpfade vorhanden sind; 20
 - daß zu jedem Zwischenfrequenzpfad eine Mischanordnung vorhanden ist; 25
 - daß die Oszillatorpfade der Mischanordnungen zusammengefaßt und an einen Oszillator (OSC) angeschlossen sind und 30
 - daß die Antennenpfade der Mischanordnungen über ein Koppelglied (KO) zusammengefaßt sind. 35
6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Mischer (M1) als bidirektionaler Mischer ausgebildet ist. 40
7. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischanordnung als monolithische Schaltungsanordnung ausgebildet ist. 45
8. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppenantenne als Radarantenne ausgebildet ist. 50
9. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppenantenne als Richtfunkantenne ausgebildet ist. 55

10. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppenantenne für einen Multifrequenzbetrieb ausgelegt ist.

11. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Zwischenfrequenzen für den Radarbereich ausgelegt ist.

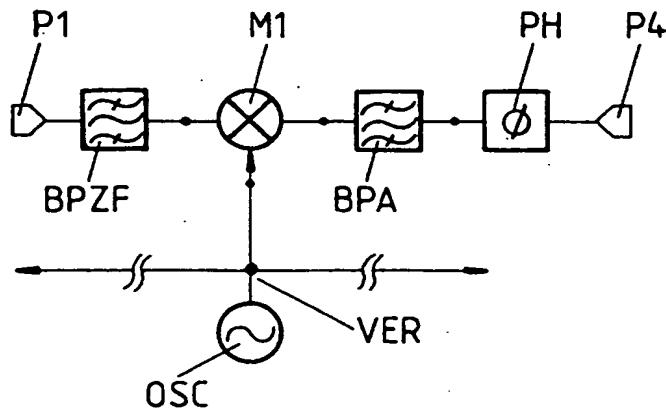


FIG. 1

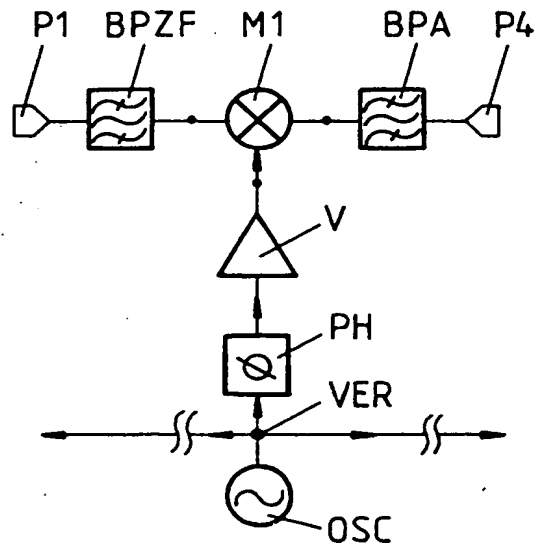


FIG. 2

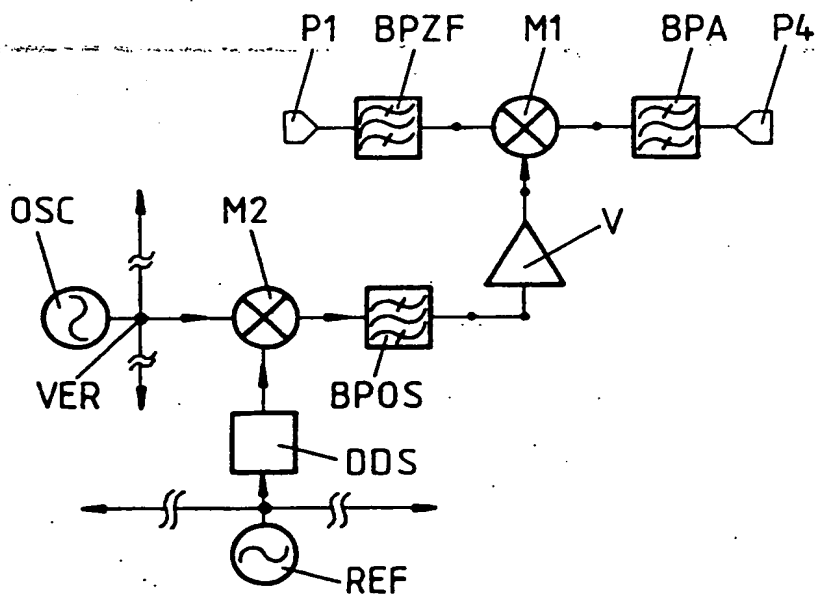


FIG. 3

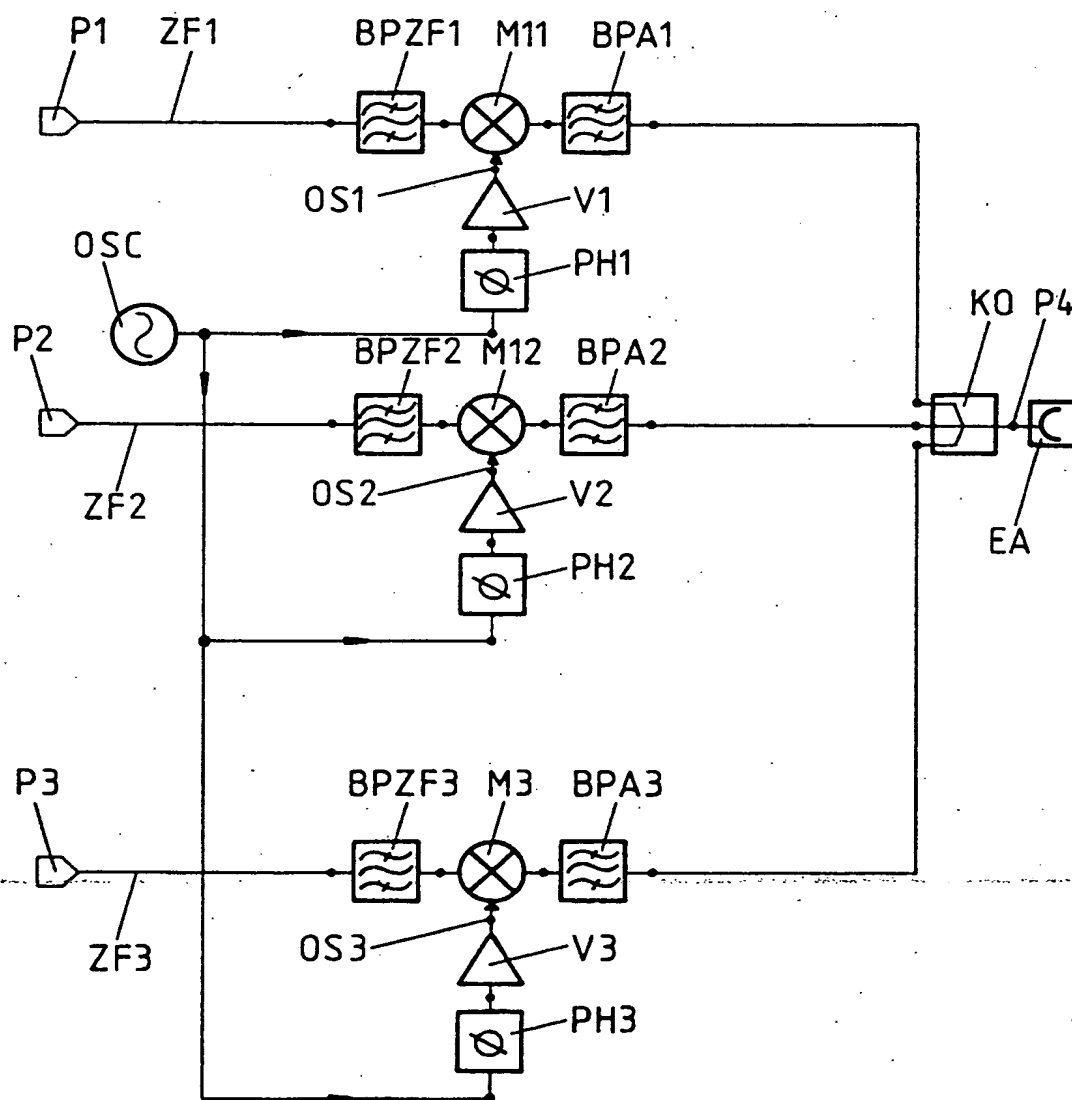


FIG. 4

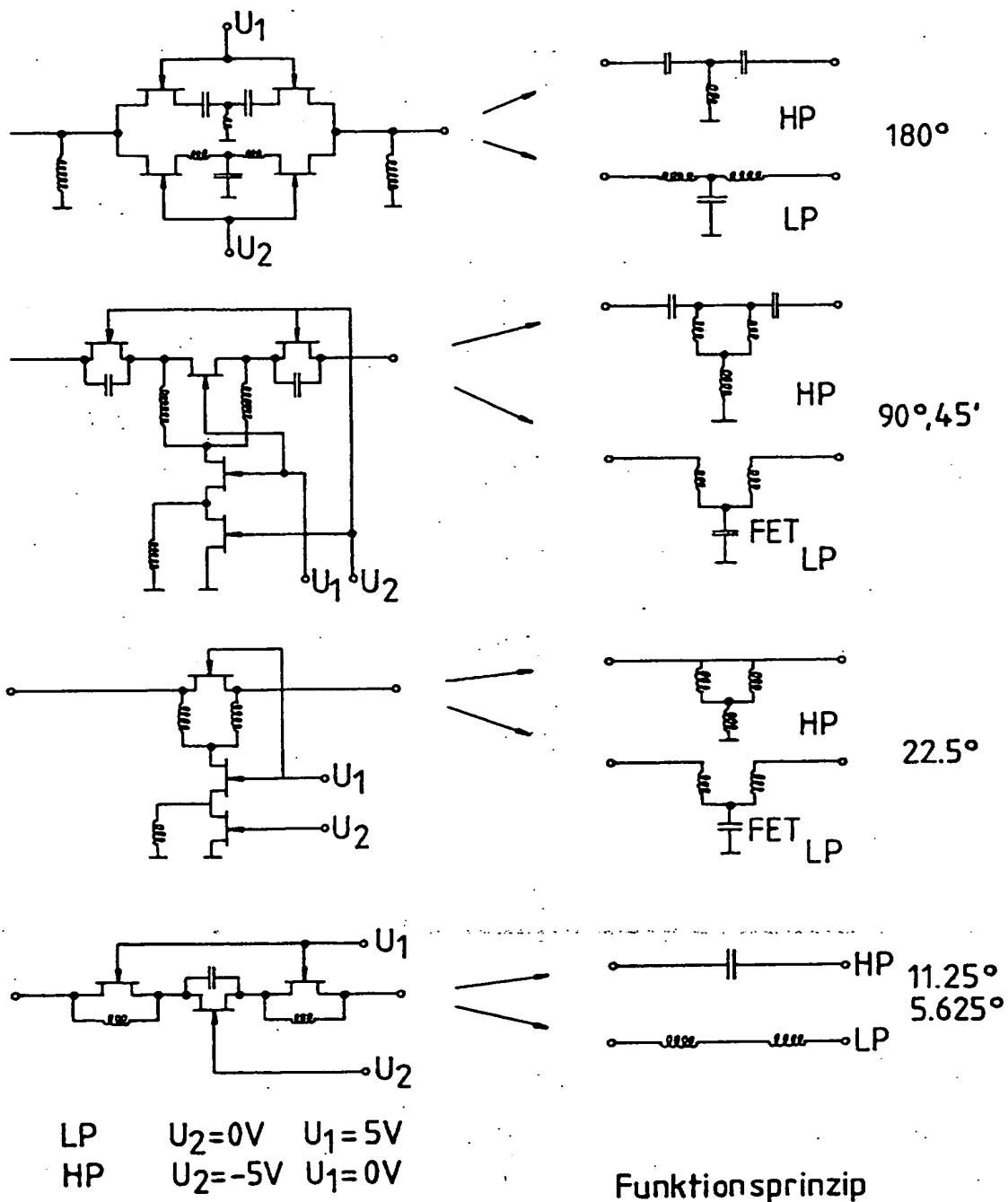


FIG. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 93 11 4114

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
Y	US-A-4 951 060 (COHN) * Spalte 6, Zeile 42 - Spalte 7, Zeile 34; Abbildungen 3B,C,4 *	1,7,8,10	H01Q3/42 H01Q21/00 H01Q3/36
Y	IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS Bd. 36, Nr. 3, August 1990, NEW YORK US Seiten 707 - 711 INAMORI ET AL. 'A 2GHz DOWN CONVERTER IC FABRICATED BY AN ADVANCED Si BIPOLAR PROCESS (DNP-III)' * Seite 709; Abbildungen 1,2,7 *	1,7,8,10	
A	US-A-4 749 995 (HOPWOOD ET AL.) * Spalte 3, Zeile 6 - Zeile 48; Abbildungen 3,4 *	1-11	
A	US-A-3 750 175 (LOCKERD ET AL.) * Spalte 11, Zeile 33 - Spalte 14, Zeile 26; Abbildung 11 *	1-8	
A	EP-A-0 359 238 (NEC) * Zusammenfassung; Abbildungen 4-24 *	1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
A	PROCEEDINGS OF THE IEEE Bd. 80, Nr. 1, Januar 1992, NEW YORK US Seiten 173 - 182 TANG ET AL. 'Array Technology' * Seite 174, Absatz II - Seite 178 *	1,2,7-9	H01Q H03D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13. Januar 1994	Prüfer ANGRABEIT, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.